

Les pesticides ou le mythe de Prométhée revisité

Prof. Bruno Schiffers

Gembloux Agro-Bio Tech/ULg, Laboratoire de Phytopharmacie

bruno.schiffers@ulg.ac.be

En philosophie, le mythe de Prométhée est admis comme une métaphore de l'apport de la connaissance aux hommes. Platon rapporte comment ce messenger divin osa voler le Feu sacré de l'Olympe, symbole de la connaissance. Rappelons quand même que selon la mythologie grecque ou latine, Prométhée fut puni de son audace et enchaîné sur un rocher.

Ce puissant mythe est aussi évocateur de l'*hybris*¹, la folle tentation de l'Homme de se mesurer aux dieux. C'est pourquoi, en 1979 le philosophe Hans JONAS le reprend dans son ouvrage le plus connu, le *Principe responsabilité*² pour faire allusion aux risques inconsidérés liés aux conséquences de certains choix techniques, par rapport à l'équilibre écologique, social et économique de la planète. Il nous propose une reformulation de l'éthique autour de l'idée centrale de « responsabilité », sous ses différents aspects, naturelle et contractuelle.

Introduction

« Chercher à connaître n'est souvent qu'apprendre à douter ».
Antoinette Des Houlières (1633-1694).

Les questions environnementales et la gestion du risque sont aujourd'hui au cœur du débat sociétal.

Divers « signaux », jadis ignorés par la plupart, sont à présent considérés comme des alertes et de plus en plus pris en compte par les scientifiques, les citoyens eux-mêmes et les décideurs politiques. Cette prise de conscience se décline en diverses formules : développement durable, biodiversité, gestion des déchets, énergies renouvelables, principe de précaution...

La question de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (le plus souvent appelés « pesticides »), de leur dissémination dans l'environnement, et, singulièrement, de leurs effets sur la santé humaine - non seulement sur la santé des agriculteurs qui les utilisent mais aussi sur celle des consommateurs inquiets des résidus présents dans leur alimentation - préoccupe la plupart des européens. Ils classent régulièrement comme numéro Un au « hit parade » de leurs angoisses la « problématique des résidus de pesticides »³ si l'on en croit l'Eurobaromètre européen publié par la Commission.

La plupart des sondages d'opinion récents indiquent la même prise de conscience. Dans un sondage effectué en 2006 par l'agence européenne de sécurité des aliments, 75 % des Européens se disent inquiets de la présence de résidus de pesticides. En 2008, dans un sondage de l'IFOP, 80 % des

¹ La force démesurée.

² En allemand *Das Prinzip Verantwortung* est l'ouvrage le plus connu de Hans Jonas (1979).. H. Jonas propose une reformulation de l'éthique autour de l'idée centrale de responsabilité sous ses différents aspects, naturelle et contractuelle. Ce livre reprend les concepts clés de l'éthique. Il discute pied à pied les idéaux du progrès et les utopies (d'où le titre de l'ouvrage qui rappelle Le Principe espérance de Bloch). Le Principe responsabilité incitera à réfléchir aux enjeux qui entourent la préservation de l'environnement et, par là, de l'humanité.

³ Eurobarometer 'Risk issues' February 2006 et 2010.

Français se déclarent inquiets ou très inquiets de la présence de pesticides dans leur alimentation. En 2009, selon le baromètre sur la perception des risques et de la sécurité par les Français, les pesticides présenteraient des risques jugés élevés pour 64 % des personnes interrogées.

Ces classements sont le reflet d'une préoccupation engendrée par les informations présentes de façon récurrente dans les médias qui traitent abondamment du sujet en évoquant des résultats de recherches scientifiques ou la publication de rapports, en relatant des décisions de justice qui reconnaissent une relation de cause à effet entre l'exposition à un pesticide et la survenue d'une maladie (comme récemment, le lien avéré entre l'exposition aux pesticides et le développement de la maladie de Parkinson), en décrivant la pollution des eaux et du sol, ou en signalant le dépassement des limites maximales de résidus de pesticides admises dans les denrées (LMR).

A titre d'exemple, citons la publication en septembre 2007, du rapport du professeur Dominique BELPOMME dénonçant la contamination des Antilles françaises par le chlordécone, un insecticide persistant utilisé entre 1972 et 1993 pour détruire les charançons du bananier, qui a provoqué une vague d'inquiétude dans l'opinion publique et suscité des réactions assez vives dans la communauté scientifique et dans la classe politique, jusqu'au sein du Gouvernement français qui a commandité un rapport officiel sur la question ⁴.

Pour reprendre les termes de ce Rapport « *le sujet des pesticides dépasse le cadre purement scientifique. La décision des autorités compétentes, autorisant ou interdisant l'utilisation d'un pesticide, doit pouvoir s'appuyer sur une balance bénéfices-risques tenant compte de nombreux paramètres tels que santé bien sûr, mais aussi l'environnement, la démographie, l'économie, l'éthique, et la sécurité des approvisionnements alimentaires...* ».

C'est donc un domaine complexe, comme nous allons tenter de le démontrer, où interfèrent les réalités de l'approche scientifique de l'évaluation des risques, mais aussi la « perception » par le public des conséquences de l'usage des produits phytopharmaceutiques, en agriculture comme dans les autres secteurs tels que les espaces verts (les usages non agricoles de ces produits représentant déjà plus de 20 % en Belgique).

Beaucoup considèrent que les pesticides ont constitué un énorme progrès pour l'agriculture et dans la maîtrise des ressources alimentaires. Il est vrai qu'associés à l'amélioration végétale, la fertilisation, l'irrigation ou la mécanisation, ils ont permis d'asseoir un modèle d'agriculture productiviste, et d'assurer une production alimentaire en quantité suffisante et avec un coût limité, au moment où la croissance démographique mondiale explosait. Indéniablement, l'augmentation des rendements a aussi permis de limiter l'exploitation de terres marginales et la déforestation. Les experts estiment que leur utilisation, en 50 ans, a permis de préserver 50% de la surface de la forêt actuelle.

Les pesticides ont aussi grandement contribué à l'amélioration de la santé publique en permettant, d'éradiquer ou de limiter la propagation de maladies parasitaires très meurtrières dont le paludisme plus communément appelé « malaria » (lutte contre les insectes, vecteurs de ces maladies) encore présent en Europe au milieu du XXème siècle.

Cependant, le revers de la médaille est apparu rapidement: phénomènes de résistance chez les insectes, troubles de la reproduction chez les oiseaux, perte de biodiversité, contamination des eaux et des sols cultivés, décès ou intoxication des utilisateurs, ont montré de façon spectaculaire les limites et les dangers de ces substances pour l'environnement, pour les écosystèmes mais également pour les êtres humains.

⁴ Rapport sur Pesticides et Santé, de MM. Claude Gatignol, député, et Jean-Claude Etienne, sénateur, Assemblée Nationale française, 2010.

L'histoire des « pesticides » nous paraît particulièrement intéressante à développer ici pour plusieurs raisons :

- Elle nous interroge sur la difficulté d'appréhender valablement les risques liés à leur emploi, et montre que malgré des ressources analytiques sans cesse en progrès, les « modèles » utilisés pour évaluer l'exposition des organismes vivants avouent facilement leurs limites, alors que les valeurs de référence sont elles mêmes remises en question.
- Elle nous renvoie à la notion d' « acceptabilité du risque », basée avant tout sur une balance bénéfices-risques favorable, et donc finalement à la place du risque dans notre société technologique (voire dirons certains, à la place du scientifique ou de la science dans la prise de décision).
- Elle démontre enfin que la balance « bénéfices-risques » peut évoluer dans le temps.

Sur le terrain, les pesticides prouvent assez facilement leur efficacité ... mais leur efficacité même est liée à leur toxicité, à leur pouvoir « biocide », vis-à-vis non seulement des organismes cibles mais aussi, hélas, des espèces non cibles, parmi lesquels l'homme qui en fait usage.

Voyons d'abord comment cette histoire a débuté.

Histoire du développement des pesticides et de leur emploi en agriculture

« On ne connaît pas complètement une science tant qu'on n'en sait pas l'histoire ».
Auguste Comte (1798-1857).

De nombreux organismes (rats, moustiques, chenilles, nématodes, termites, fourmis, puces et tiques, acariens, oiseaux, cervidés, ...) sont considérés par les humains comme des fléaux ou « pestes ». Ce sont des « bio-agresseurs », quand ils entrent en compétition avec nous pour nos aliments, ou mangent nos vêtements. Ou des « nuisibles », quand ils envahissent nos habitats, nous transmettent des maladies et impactent notre santé, ou simplement nous dérangent.

Le terme « *pesticide* » vient donc du mot anglais *pest* et désigne toutes les substances utilisées pour contrôler ou éliminer des organismes jugés indésirables (plantes, animaux, champignons ou bactéries). Utilisés en agriculture, ils sont aujourd'hui appelés dans la réglementation « produits phytopharmaceutiques ».

Au Néolithique, avec le développement de l'agriculture, la domestication des animaux et la sédentarisation des humains, la densité de population augmente et la nécessité de protéger les récoltes, les peaux et les tissus apparaît vite comme une nécessité vitale. On peut donc dire sans crainte de se tromper que la « protection des cultures » est aussi ancienne que la sédentarisation de l'Homo sapiens.

Pour simplifier, nous pouvons distinguer 4 phases dans le développement des pesticides :

1. La période historique, qui court jusqu'à l'orée du XXème siècle : au cours de cette période, l'efficacité des produits employés est le fruit soit d'une observation attentive de leurs propriétés, soit le fruit du hasard.
2. La période des découvertes générées dans le cadre des conflits mondiaux (de 1900 à 1945 environ) et du développement des armes chimiques.
3. La période des découvertes principalement basées sur les « *screening tests* » et la recherche d'analogues efficaces.

4. Enfin, la période actuelle, caractérisée d'une part par une « révision » des anciennes substances actives présentes sur le marché (et devenues des produits génériques), et d'autre part par la volonté de baser les recherches sur la compréhension plus fine des mécanismes et des interactions entre plantes et bio-agresseurs.

La période historique (de l'Antiquité à la période contemporaine)

La lutte contre les ravageurs existe depuis des millénaires : en témoignent les papyrus égyptiens, la Torah et les récits bibliques (invasion de criquets pèlerins). Après avoir fait appel aux dieux (Apollon, Hercules ou même Zeus lui-même pour attraper les mouches) - ce qui durera quand même jusqu'au XVème siècle !-, nos ancêtres ont d'abord utilisé les moyens dont ils disposaient pour protéger leurs récoltes (certains d'entre eux étant d'ailleurs toujours employés avec succès). Les cendres, l'huile d'olive, certaines plantes furent les premiers « produits » vers lesquels ils se sont tournés.

Ils apprennent notamment à connaître les propriétés biocides des plantes avec lesquelles ils se soignent et peuvent pêcher ou chasser. Ils ne cesseront de les étudier et rédigeront même des traités sur ces plantes comme Maïmonide en 1135 avec son *Traité des poisons*, ou la description dans l'encyclopédie grecque *Geoponika* de plantes dont les chimistes modernes démontreront les propriétés insecticides. Au Moyen Âge, sont connues des plantes comme : les aconits (utilisés contre les rongeurs), le tabac (utilisé dès la fin du XVIème siècle), le neem (*Azadirachta indica*), les racines de Derris (*Paraderris elliptica*) et le Lonchocarpus (*Lonchocarpus nicou*) qui contiennent de la « roténone ». Les vertus insecticides de ces plantes ont été largement exploitées et dans les années 1920, des milliers de tonnes circulaient sur le marché mondial.

En Europe, l'utilisation plus généralisée des pesticides a suivi les progrès de la chimie minérale. Le soufre (connu des Sumériens 4.500 avant J.-C.), l'arsenic (cité I^{er} siècle par Pline dans son *Histoire Naturelle*), ou les produits à base d'arséniate de plomb étaient couramment utilisés. Il faut toutefois attendre la révolution agricole du XVIIIème pour constater un regain d'intérêt à l'égard des produits de protection des cultures. A cette époque, la production agricole passe de la subsistance vers la production commerciale. L'utilisation des engrais se généralise, et la nécessité de protéger les cultures pousse à de nouvelles expériences. En 1740, le « vert de Paris » (l'acéto-arsénite de cuivre) employé pour tuer les rats dans les égouts parisiens, est utilisé dans les traitements des semences, comme insecticide ou raticide. Les insecticides tels l'arsénite de cuivre, l'arséniate de plomb, puis ceux à base de thalium, de zinc, d'antimoine, de sélénium,... font leur apparition.

Au XIXème siècle, sous la pression des épidémies de mildiou en Europe, des traitements fongicides à base de sulfate de cuivre - dont la célèbre bouillie bordelaise, mélange de sulfate de cuivre et de chaux, découverte par hasard - sont réalisés avec succès grâce au développement des épandeurs à dos. Ces traitements ne sont toutefois pas sans séquelles pour la pollution des sols par du cuivre non dégradable. Des sels de mercure sont employés à partir du début du XXème siècle pour le traitement des semences.

La période post-conflits

L'ère des pesticides de synthèse débute vraiment dans les années 1930, profitant du développement de la chimie organique de synthèse et de la recherche sur les armes chimiques durant la Première Guerre mondiale. En 1874, ZEIDLER a synthétisé le DDT (dichloro diphenyl trichloroéthane), mais c'est MULLER qui en décrira en 1930 les effets insecticides sur le système nerveux. Les deux Guerres mondiales ont ainsi généré, à travers les recherches engagées pour la mise au point de gaz de combat dans la chimie du chlore et du phosphore, la famille des organochlorés et des organophosphorés qui connaissent dès la fin du conflit un développement commercial extraordinaire, qui perdure pour certaines molécules (ex : malathion) pratiquement jusqu'à nos

jours. Le DDT sera commercialisé dès 1943 ouvrant la voie aux autres organochlorés. Dans les années 50, le DDD et le DDT sont utilisés en grande quantité pour détruire les moustiques vecteurs de la malaria, et en agriculture pour combattre le Doryphore. Jusqu'au début des années 1970, le DDT va dominer le marché des insecticides. Il faudra attendre 1974 pour qu'il soit retiré du marché en Belgique.

La période du développement de la recherche basée sur les « screening tests »

Durant cette période, la recherche de matières actives se fait au hasard en soumettant systématiquement les nombreux produits chimiques qui sont synthétisés à des tests biologiques d'efficacité (ce que l'on appelle les « screening tests »). Lorsqu'un produit était retenu pour ses qualités biocides, on cherchait à en améliorer l'efficacité à travers la synthèse d'analogues. Cette méthode, qui nécessite des moyens importants (tant en capacité de synthèse qu'en dispositifs d'essai), est surtout adoptée par les sociétés chimiques adossées à un secteur pharmaceutique (ex : Bayer, Rhône-Poulenc, Hoesch, BASF, ICI, Dupont de Nemours,...).

En 1944, l'herbicide 2,4-D est ainsi copié sur une hormone de croissance des plantes (l'IAA) et est encore employé de nos jours. A partir des années 1950, apparaissent de très nombreuses molécules comme les herbicides de la famille des urées substituées, les paraquat, diquat et triazines. Dans les années 1960, se développent de nombreux fongicides (imidazoles, triazoles). Puis dans les années 1970, les insecticides carbamates et pyréthriinoïdes.

Ainsi, de 1945 à 1985, l'industrie agrochimique mondiale a mis sur le marché environ 1.000 substances actives, insecticides, fongicides, herbicides, produits contre les rongeurs, les limaces, les tiques, les mouches, les insectes ou les champignons du bois, les anti-moustiques et les antimites... engendrant un business gigantesque et des milliers de produits commerciaux différents. Une quinzaine de grandes sociétés multinationales se partagent ce marché estimé à des dizaines de millions de dollars. Leur pouvoir d'influence sur les autorités et les fédérations agricoles est alors considérable.

Durant cette période, la consommation de pesticides double tous les dix ans, et le même constat peut être fait, quel que soit le niveau de développement économique des pays : les pesticides se sont imposés dans la plupart des pratiques agricoles même si les quantités et les types de pesticides utilisés varient (en zone tropicale, 50 % des produits sont des insecticides appliqués sur le coton). Les pesticides, qui sont à la fois efficaces, d'un coût relativement faible et faciles d'emploi, contribuent au développement de systèmes de production intensifs, bénéficiant de marchés et de prix agricoles favorables, apparaissent comme le moyen de proposer des produits végétaux de qualité et d'aspect irréprochables tels qu'attendus par le consommateur, et ... profitent aussi d'une coupable sous-évaluation des conséquences sanitaires et environnementales de leur usage !

Le réveil des consciences, et l'évolution des recherches

Très tôt cependant, des voix s'élèvent pour décrire les effets induits par l'épandage de produits insecticides peu sélectifs et persistants comme les organochlorés, ou très toxiques pour les espèces sauvages comme la plupart des organophosphorés. En 1962, Rachel Louise CARSON publie *Le printemps silencieux*⁵ (*Silent Spring*). Dans ce livre prophétique, elle interroge le lien entre les humains, leurs pratiques et les effets qu'elles engendrent sur l'environnement. Ce livre eut un effet retentissant, sensibilisant le grand public aux dangers des pesticides alors couramment utilisés dans l'agriculture. Il fut pourtant, et pour longtemps, très unanimement critiqué non seulement par

⁵ Rachel Louise CARSON. *Le printemps silencieux*, Paris, Plon, 287 p. (traduit en 1963 de l'américain par J.-F. Gravrand, préfacé par Roger Heim).

l'industrie (soucieuse de protéger un business aussi rentable) que par des scientifiques et des fonctionnaires ... qui le plus souvent qui ne l'avaient même pas lu !⁶ Elle bénéficiera d'une reconnaissance posthume, et elle est généralement considérée comme une des fondatrices du « mouvement environnemental » et sa publication a entraîné la création de l'EPA aux USA. A partir de 1962, la controverse sur les résidus chimiques présents dans les aliments et l'environnement est lancée et dès les années 1960-70, les effets indésirables des pesticides sont décrits dans de nombreux articles scientifiques. Le grand public se mobilise progressivement et s'inquiète de l'impact de l'agriculture sur l'environnement, de la contamination des sols, des eaux.

Sous la pression du public, les autorités européennes et nationales renforcent progressivement la réglementation. Divers pays, dont la Belgique, prennent aussi des mesures d'interdiction : le DDT est interdit en 1974, l'aldrine et l'heptachlore en 1976, les composés organochlorés persistants en 1981.

Il faudra cependant pratiquement 20 ans, et la Directive 91/414/CEE (qui n'entre en application qu'en juillet 1993) pour que l'Europe harmonise ses règles d'autorisation de mise sur le marché et renforce de façon réellement significative ses exigences. 10 ans encore pour que le processus de réexamen des anciennes substances soit réellement mis en œuvre, et enfin presque 10 autres années pour qu'un nouveau Règlement européen et une nouvelle Directive voient le jour en 2007-2008, encadrant cette fois non seulement le processus de mise sur le marché mais aussi les modalités d'emploi des pesticides dans le cadre d'une agriculture durable.

Désormais, sous la pression d'une réglementation plus sévère en ce qui concerne notamment les effets indésirables des substances actives, la recherche est plus orientée vers la compréhension des modes d'action, la recherche de molécules et de cibles nouvelles et la recherche d'effets indirects (à l'instar du développement des « éliciteurs » qui stimulent par leur présence les mécanismes naturels de défense des cellules végétales).

Connaissant les cibles et les modes d'action, on peut alors améliorer la sélectivité et établir des relations « structure-activité » pour aboutir à l'obtention de nouvelles substances actives, moins toxiques, plus respectueuses des insectes utiles, plus facilement biodégradables, moins bioaccumulables et parfois moins susceptibles d'engendrer des résistances.

Actuellement, on assiste à une recherche de nouvelles propriétés par l'exploitation des ressources naturelles (par exemple, l'emploi de certaines toxines animales en phytopharmacie). De nouvelles cibles physiologiques de l'animal ou du végétal sont explorées dans le but de développer des produits à modes d'action originaux, des produits issus de la biotechnologie ou des médiateurs chimiques.

Après avoir été pour un temps délaissées pour des substituts de synthèse plus efficaces, l'intérêt pour les propriétés insecticides naturelles des plantes n'a jamais été aussi élevé qu'actuellement. Rappelons quand même que ce qui nous paraît, à nous européens, un « retour aux sources » n'a jamais cessé d'être utilisé dans la plupart des régions du monde, en Asie, en Amérique latine ou en Afrique.

Ces développements ne sont rendus possibles que grâce au développement de la recherche fondamentale dans les domaines de la biologie et de la chimie, et aux nouveaux outils fournis par la chimie quantique, les mathématiques et l'informatique qui permettent l'analyse et la modélisation de ces molécules.

⁶ Globe-Times Newspaper (Pennsylvania): *"No one in either county farm office who was talked to today had read the book, but all disapproved of it heartily".*

De l'évaluation et de la gestion du risque

« Ce qu'on risque révèle ce qu'on vaut ».

Jeanette Winterson (1959-...).

Il faut d'emblée distinguer le « danger », qui est relatif à la toxicité intrinsèque d'une substance ou d'un produit, et le « risque » résultant de son utilisation dans des conditions données. D'une manière générale, c'est l'exposition du manipulateur au produit, ou du consommateur au résidu de la substance dans son alimentation, qui déterminera le « risque ».

On peut donc écrire que : le risque = f (danger, exposition).

En la matière, le principe qui régit la gestion du risque lié à l'emploi des pesticides repose sur la réalisation d'études toxicologiques, sur les substances actives pesticides et leurs préparations, qui visent, d'une part à « caractériser » le danger (le mesurer, et surtout lui donner une valeur seuil de référence), et d'autre part à « évaluer » l'exposition maximale dans des circonstances particulières.

On pose : $TER \text{ (Toxicity/Exposure Ratio)} = \frac{\text{Effet nocif (valeur où la toxicité est nulle/négligeable)}}{\text{Exposition (quantité maximale à laquelle on est exposé)}}$

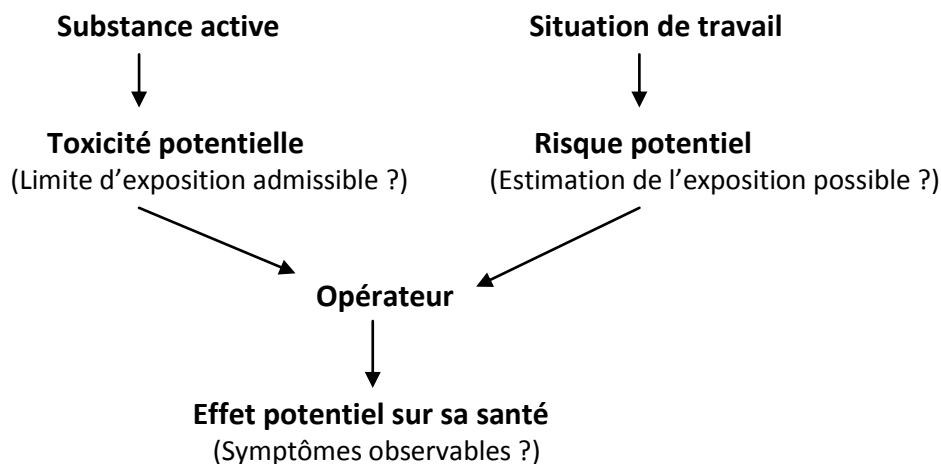
Quand TER est supérieur à l'unité, le risque pourra être considéré comme « acceptable ». En réalité, compte-tenu des incertitudes inéluctablement liées aux méthodes d'approche, pour que le risque soit « acceptable », ce ratio devra plutôt être compris entre 10 et 100. Mais nous verrons plus loin que la notion d'« acceptabilité du risque » est plus complexe et ne repose pas seulement sur des bases scientifiques.

Pour que ce principe fonctionne correctement il faut toutefois que l'on puisse d'abord réellement « caractériser le danger », c'est-à-dire être certain de pouvoir mesurer la nocivité d'une substance et si possible établir une valeur « seuil » sous laquelle on pourra considérer que les effets sont nuls ou négligeables. Ensuite, il faut disposer de méthodes fiables pour « estimer l'exposition », ce qui nécessite de connaître les circonstances et les voies qui conduisent à l'exposition (on parle de « scénarios » d'exposition).

Malgré tout ce qu'impose la législation actuelle, malgré la complexité croissante des études imposées aux fabricants, force est de constater que cette approche de la gestion du risque se heurte aujourd'hui aussi bien à des critiques relatives à la caractérisation du danger par des valeurs telles que la « dose sans effet néfaste observable » (NOAEL) et la DJA qui en découle par calcul, qu'à des doutes sur la qualité des modèles utilisés pour évaluer l'exposition. Ces critiques et ces doutes se nourrissent entre autres d'un nombre de données sans cesse croissant indiquant des effets indéniables sur la santé des manipulateurs, des citoyens et de bien des espèces, dont les abeilles domestiques.

Dans cet exposé, vu le temps imparti, nous tenterons de comprendre où peuvent se manifester les failles les plus importantes de l'approche en vigueur, en considérant la relation « usage des pesticides - exposition des opérateurs », car c'est pour nous la plus cruciale et la plus exemplative des limites de ce principe.

Nous pouvons schématiser notre approche comme suit (adapté de Mohammed-Brahim, 2006):



Nous nous posons donc deux questions :

1. Peut-on caractériser valablement le danger et fixer une limite d'exposition acceptable ?
2. Les modèles utilisés pour évaluer l'exposition des opérateurs sont-ils fiables ?

Peut-on caractériser valablement le « danger » ?

« Le brouillard est un danger. Mais relatif : au moins, on voit qu'on n'y voit rien ».
Francis Dannemark (1955-...).

Au contraire de ce qui se fait pour d'autres substances chimiques, quels que soient les volumes de vente de ces produits, la législation européenne qui encadre les autorisations de mise sur le marché des « pesticides », impose que toute substance active proposée, non seulement démontre son efficacité et son absence de phytotoxicité, mais surtout qu'elle soit caractérisée sur le plan toxicologique (effets sur la santé humaine) et écotoxicologique (effets sur les organismes non cibles, comme les vers de terre, les abeilles, les insectes utiles, les batraciens, etc.). Ce sont les aspects les plus coûteux et les plus volumineux de ce que l'on appelle un « Dossier d'Homologation ».

Les spécialités commerciales ou « formulations » de pesticides sont composées de deux types de substances : une ou plusieurs substances actives qui confèrent au produit l'effet « poison » recherché et un ou plusieurs additifs (adjuvants) destinés à renforcer l'efficacité (agent mouillant, émulsifiant, anti-UV, etc.) et la sécurité du produit (répulsif, vomitif, etc.). Ces préparations commerciales sont également soumises à certaines études, mais en nombre plus restreint car, pour la plupart des paramètres sauf la toxicité aiguë, on extrapole simplement les caractéristiques toxicologiques de la substance active aux préparations qui les renferment. Or, il arrive que ces adjuvants soient plus toxiques que les matières actives qu'ils accompagnent, ou qu'ils influencent fortement la pénétration ou la métabolisation des substances actives.

Les exigences pour la mise sur le marché sont donc définies de manière précise dans la réglementation, et la liste des critères à respecter et des études toxicologiques à réaliser se sont allongées à chaque révision des Directives ou des Règlements. Ces exigences sont tellement nombreuses qu'il nous est impossible de les détailler ici.

Mais il ne suffit pas d'établir des critères d'acceptation. Qu'il s'agisse d'évaluer des substances ou des préparations, la méthodologie des études et la qualité des essais doit aussi être identique et

transparente pour tous les dossiers qui sont soumis. Des « principes uniformes » d'évaluation et de décision ont donc aussi été définis par la réglementation. Pour tout ce qui a trait à la toxicologie, aux résidus, aux principales caractéristiques physico-chimique et à l'environnement, des essais réalisés selon les bonnes pratiques de laboratoire (BPL) sont exigés. De même, pour les essais agronomiques, ne seront pris en considération par les comités d'agrément ceux effectués sous bonnes pratiques expérimentales (GEP), représentatifs de conditions agronomiques, phytosanitaires et environnementales du pays et suivant des protocoles standards (de l'OEPP - EPPO Guidelines).

Au terme de l'évaluation, les résultats de ces études toxicologiques et écotoxicologiques font l'objet d'une interprétation par les autorités compétentes, qui aboutit au refus ou à l'acceptation de la substance active (ou de sa formulation) et à définir sur l'étiquette la mention de ses dangers potentiels et les conseils de prudence destinés aux manipulateurs. Les autorisations délivrées au niveau national sont valables pour 10 ans maximum mais renouvelables. Elles peuvent être revues à tout moment sur base d'informations nouvelles. Elles peuvent également être retirées s'il s'avère que des informations fausses ont été fournies par la firme concernée ou si les études nouvelles démontrent un danger non pris en compte au moment de l'autorisation⁷.

Dans le cas présent, « caractériser » valablement le danger doit servir à fixer une limite d'exposition acceptable pour les manipulateurs. En l'occurrence, en ce qui concerne l'exposition des agriculteurs aux pesticides, les études toxicologiques doivent permettre de définir l'AOEL (le « Niveau Acceptable d'Exposition de l'Opérateur » - en anglais, *Acceptable Operator Exposure Level*). Voyons comment on procède à l'établissement de l'AOEL et en quoi cette approche toxicologique peut être critiquable.

L'AOEL se définit comme étant la quantité maximale de la substance active à laquelle l'opérateur⁸ peut être exposé « sans effet nocif pour sa santé ». Il s'agit bien d'une valeur toxicologique de référence calculée et exprimé en mg substance active/kg poids corporel/jour.

Dans une certaine mesure, on peut comparer l'établissement de l'AOEL à celui de la DJA (la Dose Journalière Admissible – en anglais, ADI – *Acceptable Daily Intake*). L'OMS⁹ définit la DJA comme la dose qui, d'après l'ensemble des données connues, paraît pouvoir être ingérée chaque jour durant toute une vie sans risque appréciable pour la santé humaine. Elle est aussi exprimée en mg de substance active/kg de poids corporel/jour.

Au départ des études toxicologiques effectuées sur animal¹⁰ (principalement le rat) est d'abord établie une « dose sans effet nocif observable » (NOAEL, en anglais *No Observed Adverse Effect Level*). Il s'agit de repérer, parmi les doses expérimentées et sur l'espèce animale la plus sensible, la dose la plus élevée n'ayant entraîné aucun effet toxique décelable. On parle d'« effet-seuil ».

Pour passer du NOAEL à la DJA, c'est-à-dire pour extrapoler une limite expérimentale établie sur animal à une valeur de sécurité pour l'homme, on divise généralement cette valeur par un facteur de sécurité de 100¹¹. Le facteur de sécurité de 100 doit être compris comme étant le produit d'un facteur 10 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme, et d'un second facteur 10 pour tenir compte de la différence de sensibilité entre individus au sein de l'espèce humaine.

⁷ Exemple du Tolyfluanid, vendu sous le nom d'EUPAREN et retiré en 2007 en raison d'un métabolite pouvant donner lieu à la formation de nitrosamine cancérigène lors de la potabilisation de l'eau par ozonisation).

⁸ En réalité l'AOEL est aussi utilisé comme limite d'exposition pour les travailleurs (*re-entry workers*) ou les personnes qui se trouvent accidentellement exposées comme les riverains ou les promeneurs (*bystanders*).

⁹ Organisation Mondiale de la Santé (en anglais, WHO).

¹⁰ Sauf généralement celles de mutagenèse.

¹¹ Dans un certain nombre de cas, un facteur de sécurité plus élevé (200, 500) peut être utilisé.

Si la méthodologie pour l'établissement de la DJA semble bien établie de longue date et admise au niveau international (OMS et UE), par contre l'établissement de l'AOEL relève encore souvent du cas par cas et du jugement d'expert (HOUINS, 2008).

$$\text{On peut écrire que : } \text{AOEL systémique} = \frac{\text{NOAEL oral critique (le plus bas)}^{12}}{100 (\text{Facteur de sécurité}) \times f}$$

Avec f : facteur de correction pour l'absorption orale (« *route to route* »)

Quelles critiques peut-on formuler à l'égard de l'établissement de l'AOEL ?

1. Comme on le voit, l'établissement de l'AOEL dépend directement du choix des études toxicologiques et du NOAEL jugé comme le plus pertinent qui servira de base de calcul. Or, pour certaines substances, la pente « douce » de la courbe effet-dose rend difficile la fixation du NOAEL. Plus grave, pour les substances qui ont un effet cancérigène et génotoxique, on ne peut pas définir de NOAEL, et il est alors impossible de fixer objectivement une valeur limite acceptable sur cette base.
2. Hormis les études de toxicité aiguë, les études toxicologiques sont menées sur animaux avec les substances actives et non avec chaque formulation commerciale, ce qui serait impayable. Par conséquent, les NOAEL ne caractérisent que la substance active (il n'existe pas de DJA pour une formulation).
3. Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont développées à partir du postulat que les effets toxiques d'une molécule sur les animaux de laboratoire sont supposés se produire chez l'homme dans des conditions appropriées. En conséquence, et du fait de la difficulté de disposer pour des raisons éthiques évidentes d'études épidémiologiques sur l'homme, les études sur les animaux restent la source principale de données toxicologiques.
4. La plupart des études sur animaux sont menées par voie orale, alors que l'exposition des opérateurs est surtout dermale et, dans une moindre mesure, inhalatoire. Dans la plupart des cas on doit toutefois se contenter des études par voie orale comme base de l'extrapolation dite « *route to route* ». Cependant, selon les routes d'exposition, on peut observer des différences importantes dans le seuil de toxicité dues à une différence dans la métabolisation : le passage transcutané n'implique par exemple pas une dégradation du toxique par les enzymes du foie. De même, l'absorption est différente par voie dermale, orale ou inhalatoire. Des facteurs de correction devraient alors être appliqués.
5. La réglementation retient en pratique une valeur par défaut de 10 % pour l'absorption par voie dermale, quelle que soit la substance. Il est pourtant connu que la perméabilité dermale varie selon les espèces (lapin > rat > cobaye > homme) - la perméabilité de la peau du rat est de 5 à 32 fois supérieure à celle de l'homme - mais aussi selon les propriétés de la substance et la présence de certains mouillants, ou de solvants présents dans la formulation commerciale.
6. Certaines propriétés de la substance active peuvent influencer fortement la concentration dans le sang et les tissus, et donc l'effet toxique. Ainsi, la stabilité (temps de demi-vie), la solubilité ou l'affinité pour les matières grasses, le caractère ionisé ou systémique de la substance, le poids moléculaire.
7. L'AOEL dérive d'une étude subchronique sur 90 jours. Cette période est censée correspondre à celle d'exposition des travailleurs ou entrepreneurs agricoles. Cependant, des effets toxiques à

¹² NOAEL basé sur l'étude subchronique sur 90 jours, les études de développement ou la première partie de l'étude multi générations.

plus long terme ne peuvent être exclus. Au cours de ces expérimentations, on recourt à des doses élevées afin d'observer des signes manifestes de toxicité et apprécier plus facilement un effet spécifique sur l'organe ciblée (BONVALLOT et DOR, 2002). Les effets d'expositions répétées à de très faibles doses mais sur des périodes beaucoup plus longues ne sont donc pas évalués.

8. Dans les études de toxicité, on ne considère pas les mélanges de substances actives, pourtant fréquents. Les interactions entre substances ne sont donc pas considérées, pas plus qu'entre celles-ci et d'autres contaminants.

Malgré ces critiques, la pratique tend donc à recourir à un facteur de sécurité par défaut de 100 (comme pour la DJA). Et malgré toutes les critiques énoncées ci-dessus, l'industrie a longtemps considéré que ce facteur de sécurité de 100 était excessivement élevé et injustifié¹³.

Les modèles utilisés pour évaluer l'exposition des opérateurs sont-ils fiables ?

*« Ce qui est simple est toujours faux. Ce qui ne l'est pas est inutilisable. »
Paul Valéry (1871-1945).*

Les études d'exposition des agriculteurs (d'autres utilisateurs, des passants, des travailleurs amenés, par exemple, à manipuler des végétaux sur lesquels des résidus sont présents) doivent permettre une évaluation du risque en comparant leur « exposition possible » lors de l'emploi d'une préparation commerciale au « plafond toxicologique », à savoir l'AOEL qui a été fixé comme limite acceptable pour la substance active concernée.

Malheureusement pour l'expérimentateur tenté de mesurer cette « exposition possible » des utilisateurs de pesticides, de très nombreux paramètres vont influencer l'exposition, dont les plus importants sont sans doute :

- la quantité manipulée durant l'opération de traitement,
- le type de formulation du produit (solide ou liquides) et les propriétés de la substance active (solubilité, tension de vapeur),
- le type d'application (en grandes cultures, en vergers, en serres), la méthode d'application et les conditions de travail (cabine, équipements de protection portés),
- la durée du travail (travail occasionnel ou répétitif), la superficie traitée et les conditions climatiques, le manque de précautions (port de vêtements souillés, boire, fumer ou manger pendant le travail).

Face à cette complexité, l'OCDE a publié en 1997 un document de référence¹⁴ pour l'étude au champ de l'exposition aux pesticides.

De même, l'expérimentateur sera confronté dans la pratique à des « situations de travail » très différentes. Rien de commun en effet entre un agriculteur traitant son champ de céréales avec son tracteur équipé d'une rampe de buses, un pépiniériste pulvérisant à la lance ses platebandes en serre, un jardinier équipé d'un appareil à dos désherbant une allée ou un petit producteur de coton aspergeant ses cotonniers au moyen d'un appareil à bas volume.

Devant cette complexité, les fabricants avouent leurs limites et leur incapacité à réaliser quantité d'essais en champ. Aussi, la pratique est-elle de travailler avec une approche graduelle dite « tier

¹³ Selon les fabricants, un facteur de sécurité de 100 est compréhensible pour le calcul de la DJA car il faut considérer l'ensemble des groupes de consommateurs (adultes sains mais aussi bébés, femmes enceintes, vieillards, malades - YOPIs). Par contre, pour l'AOEL, la population exposée étant composée des seuls agriculteurs, un facteur global de sécurité de 25 ou 30 aurait dû suffire. C'était sans considérer les travailleurs et travailleuses ou les « bystanders ».

¹⁴ OECD Guidance document. *Series on testing and assessment* N° 9. Ref. OCDE/GD (97)148.

approach » (approche par paliers), les essais en conditions réelles n'étant exigés des fabricants que quand les valeurs d'exposition potentielles délivrées par des modèles tendent à s'approcher de la limite acceptable (ou que les conditions d'emploi ne correspondent en rien à celles du modèle).

Afin d'éviter l'obligation de pratiquer des essais réels et astreignants en vue de l'homologation de chaque préparation commerciale, des « modèles mathématiques » ont été développés dans les années 1990 par les USA, l'Allemagne, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. Ils sont basés sur des banques de données, elles-mêmes alimentées par des essais pratiques, et permettent de calculer une valeur globale d'exposition de l'opérateur qu'il suffira alors de comparer à la valeur de l'AOEL. Il s'agit de simples tableurs Excel dans lesquels l'utilisateur pourra introduire ses données (concentration en substance active, choix d'une formulation liquide ou solide, volume/ha, parfois choix d'un emballage et des équipements de sécurité). Ces modèles diffèrent en réalité peu dans leur conception, car les seules différences portent généralement sur le choix et/ou la valeur de certains paramètres, mais ils peuvent néanmoins diverger dans leurs résultats. Un modèle européen (EUROPOEM) est bien en préparation depuis presque 20 ans, mais jusqu'ici rien n'indique qu'il sera prochainement disponible.

En Belgique il est commun d'utiliser le modèle britannique (UK POEM) développé en commun par les autorités et l'industrie en ... 1992 ! Dans ce modèle, on considère que le temps de chargement et de mélange représente 1 heure/jour et l'application 6 heures/jour. La superficie traitée journalièrement est estimée à 50 ha/jour pour les cultures au sol, 30 ha/jour pour application en hauteur et 1 ha/jour pour une application manuelle. La pénétration au travers des vêtements est établie par défaut et l'absorption dermale est fixée à 10 % quelle que soit la substance active ou le mélange de substances actives présentes dans la bouillie. L'exposition calculée est essentiellement liée à la concentration de la bouillie pulvérisée et au temps de travail.

Dans toute modélisation, il y a un choix a priori de l'environnement mathématique servant à décrire l'ensemble des phénomènes, et la formulation utilisée s'identifie rarement aux manifestations physiques réelles. La critique que l'on peut faire de cette approche tient à l'emploi même d'un « modèle » pour prédire une telle exposition : un modèle n'est jamais parfait, ni totalement représentatif de la réalité : la qualité des données présentes dans le modèle, le choix des paramètres et des relations qui les lient, influent sur la génération des résultats. Au sein d'un même modèle, le choix des valeurs de chaque paramètre peut conduire à des conclusions différentes.

Une évaluation fiable des risques par ces modèles devrait se réaliser à partir de données existantes (or, il existe trop peu de données), à partir de données générées pour les besoins de la cause (or, il existe peu de données sur l'absorption dermale), à partir de résultats d'essais correspondant à des scénarios réalistes et des situations de travail actualisées (or, ces modèles ont été conçus il y a une vingtaine d'années).

Donc, non seulement le nombre d'essais sur lequel sont basés ces modèles n'est pas suffisamment élevé, mais surtout, datant de 20 ans ou plus, les scénarios prévus dans ces modèles ne sont plus représentatifs des pratiques actuelles ou ne concernent plus que quelques cas particuliers.

Nos propres enquêtes réalisées en Belgique en 2002-2003 auprès de 340 agriculteurs, en France en 2004-2005 auprès de 650 services publics responsables de la gestion des espaces verts, à Bruxelles en 2006 auprès des jardiniers de la Ville, et au cours des 10 dernières années dans plusieurs pays d'Afrique (RDC, Sénégal, Burundi,...) et en Thaïlande en 1998, ont permis de mesurer l'écart entre les situations de travail observées et les situations évoquées dans les modèles de prévision.

Il n'est dès lors pas interdit de se poser des questions sur la fiabilité des résultats prédictifs engendrés par de tels modèles, et de se demander pourquoi la révision de ceux-ci est en chantier depuis plus de 20 ans.

Que doit-on en conclure ?

Pour conclure sur la capacité à évaluer valablement le risque d'exposition des opérateurs aux pesticides, on peut synthétiser nos principales critiques de l'approche adoptée comme suit :

1. *Notre toute première critique* tient au fait que l'évaluation de l'exposition imposée au fabricant ne prend en compte que le risque d'intoxication à court terme, l'AOEL dérivant d'une étude subchronique (à 90 jours). Rien n'impose de considérer la toxicité chronique ou long terme. Pourtant, après 50 années d'utilisation des pesticides, les effets chroniques se manifestent dans la population des agriculteurs, et même parfois au sein de leur famille. Même en restant très prudent quant à l'affirmation de liens de cause à effet, les études épidémiologiques conduites aux USA (dès les années 1980 pour la maladie de Parkinson en Californie) ou en France, pour rester dans des conditions agronomiques, des substances et des modes d'application comparables aux nôtres, ont démontré indubitablement une série d'effets induits, dont nous ne donnerons que certains exemples parmi les plus frappants :
 - Ainsi, s'il est vrai que les diverses études internationales s'accordent pour dire que globalement l'incidence du cancer est moindre chez les agriculteurs que dans la population générale (ce dont l'UIPP se glorifie il y a peu dans une publication indécente), ces mêmes études indiquent que, pour certains types de cancers (cancer de la prostate et cancers hématologiques), mortalité et incidence (le nombre de nouveaux cas) sont supérieures à la moyenne de la population. Le même constat peut-être fait pour le nombre de cas de lymphomes, de dysfonctionnements neurologiques, de maladies respiratoires, de troubles de la reproduction (étude CEREPHY, 1999-2001 ; étude CERENAT, 2004)¹⁵. Ainsi un lien évident existe entre l'utilisation des phytohormones (2,4-D, un désherbant) et le cancer de la prostate.
 - Des altérations des fonctions cognitives chez les personnes exposées aux pesticides (test de rétention visuelle Benton) et prédisposition des sujets observés à la maladie d'Alzheimer (étude PHYTONER, de 1997 à 2003).
 - Un doublement du risque de maladie de Parkinson chez les personnes exposées aux pesticides (étude PHYTOPARK) et confirmation des résultats de l'étude PHYTONER. En 2006, une étude de cohorte (125 000 personnes suivies pendant 10 ans) a permis d'identifier 400 cas de maladie de Parkinson et d'isoler, parmi de nombreux toxiques investigués, l'exposition aux pesticides comme étant le seul pour lequel il y avait une relation avec un risque relatif de 1,7, c'est-à-dire un risque de développer la maladie de Parkinson 70 % plus élevé que chez les personnes non exposées aux pesticides. Ce faisceau d'évidence a permis de considérer en France que la maladie de Parkinson pouvait être classée comme « maladie professionnelle » des agriculteurs liée à une exposition aux pesticides.
2. *Notre seconde critique* tient à la façon dont le plafond toxicologique (l'AOEL) est fixé, la majorité des données étant issues d'études toxicologiques par voie orale, alors que l'exposition est très majoritairement dermale, et que l'extrapolation entre voies est sujette à caution.
3. *Notre troisième critique* porte sur la fiabilité des modèles d'estimation de l'exposition, en raison de leurs faiblesses intrinsèques (obsolescence des scénarios et manque de données).

De manière générale, faute de disposer d'approches et de modèles prédictifs fiables, une tendance lourde du législateur européen ne pousse-t-elle d'ailleurs pas vers une homologation basée sur l'absence de « danger » plutôt que sur le « risque » (à maîtriser) ?

¹⁵ En France, une étude qui concerne 182.000 personnes est en cours (étude AGRICAN)

Ainsi, dans la dernière réglementation relative à la mise sur le marché des pesticides, le législateur a prévu des critères visant à exclure les pesticides les plus dangereux : des critères d'exclusion (« *Cut-Off Criteria* »). Il en va ainsi pour les substances cancérigènes, persistantes, très toxiques, bioaccumulables, neurotoxiques, immunotoxiques ou perturbatrices du système endocrinien.

De l'acceptabilité du risque

« *La santé dépend plus des précautions que des médecins* ».
Jacques Bénigne Bossuet (1627-1704).

La notion d'« acceptabilité d'un risque » est purement arbitraire et évolutive. Elle mériterait à elle seule un débat. Pour le citoyen, l'acceptabilité se déterminera avant tout sur base de sa « perception » du risque et des enjeux.

Grossièrement, nous pourrions au moins considérer que pour être acceptable, les avantages offerts par les pesticides devraient être largement supérieurs aux inconvénients engendrés par leur emploi.

Or, nous allons le voir, démontrer que la balance bénéfices-risques penche dans le sens favorable n'est pas aussi évident qu'on veut bien nous le faire croire.

1. D'abord parce que la balance bénéfices-risques évolue avec le temps.

Ainsi, parlons du DDT, une molécule quasi-emblématique de ce que sont les pesticides de synthèse et leur histoire. Le DDT a été considéré pendant de nombreuses années comme un « produit miracle », et MULLER, son « inventeur » qui en 1939 en a établi les propriétés insecticides, a reçu le Prix Nobel. Dans les années 1970, quand ont été enfin reconnus sa persistance dans l'environnement et de ses effets délétères sur des organismes vivants il a été interdit (en 1974 pour la Belgique).

Pourtant, malgré de nombreuses publications décrivant les impacts négatifs de cette molécule, aujourd'hui encore l'OMS recommande l'utilisation raisonnée du DDT de manière à réduire le nombre de décès dus au paludisme (au moins 1 million par an). Cet exemple illustre la relativité des bénéfices et des risques liés à l'usage des pesticides et la difficulté à prendre des décisions politiques.

Dans un article publié en 2007, COOPER & DOBSON qui ont fouillé l'ensemble de la littérature relative aux pesticides, signalent un ratio de 40 articles présentant des aspects négatifs pour 1 article avec un point de vue positif. Selon ses auteurs, « *...ce qui explique la rareté des articles mettant en évidence les avantages des pesticides peut être que quand un produit fait exactement ce que le fabricant dit qu'il fait, ce n'est pas «digne d'intérêt»¹⁶*. Je vous laisse juges de cet argument !

2. Ensuite, parce que la plupart des « avantages » reconnus aux pesticides peuvent être facilement démontés.

Classiquement, plusieurs « avantages » sont reconnus aux pesticides dont :

- Meilleure productivité/ha et valorisation des fertilisants employés.
- Régularité des approvisionnements sur les marchés mondiaux.

¹⁶ J. Cooper & H. Dobson (2007). The benefits of pesticides to mankind and the environment .Crop Protection 26 : 1337–1348.

- Amélioration de la qualité des produits, y compris la qualité sanitaire (absence de mycotoxines).
- Réduction de la main d'œuvre/ha et libération de cette main d'œuvre pour d'autres secteurs.

Parmi les arguments avancés en faveur de l'emploi des pesticides, le plus important est la nécessité impérative de nourrir la planète (avec 9 milliards d'humains d'ici peu) et donc de préserver, voire d'augmenter les rendements à l'hectare puisque les terres arables de qualité ne sont plus disponibles. Etant entendu que faute de pesticides, cette équation sera impossible à résoudre.

Aucun de ces arguments ne tient réellement la route. Mais la malhonnêteté intellectuelle consiste le plus souvent à comparer deux situations : *avec* et *sans* produit,... tout autre paramètre agronomique restant constant, ce qui rend la démonstration imparable bien entendu ! Chacun qui a un peu de bon sens et qui connaît le savoir faire des paysans aura compris ce que cette démonstration a d'idiot ...mais elle n'est bien entendu pas innocente !

L'industrie agrochimique a beau jeu de citer régulièrement la déclaration de Jacques DIOUF, ancien Directeur de la FAO, en 1999 laissant entendre que l'agriculture biologique, par nature sans pesticide, ne permettrait pas à elle seule de faire face au déficit alimentaire.

Pourtant l'agriculture biologique, quand elle est bien comprise, n'est pas un système négligent. Elle refuse la nécessité de recourir à des pesticides ou engrais de synthèse en améliorant la fertilité du sol par l'usage de composts, de sels minéraux naturels, de cultures de couverture et par le recyclage des matières organiques. Elle fait appel à des systèmes de gestion culturale et écologique pour lutter contre les ravageurs, les mauvaises herbes et les maladies, et utilise de manière parcimonieuse des biocides naturels d'origine minérale, végétale et biologique en tant qu'outils de dernier recours.

Pourtant, il est maintenant reconnu que l'agriculture biologique améliore les rendements tout en apportant un éventail d'avantages sociaux et environnementaux, en particulier pour les petits exploitants dans les pays en développement (BADGLEY, 2007 ; FAO, 2007 ; LEU, 2004 ; PIMENTEL, 2005 ; PNUE-CNUCED, 2008). Un rapport de deux institutions phares des Nations unies, le PNUE et la CNUCED, a montré que l'agriculture biologique augmente sensiblement les rendements en Afrique. « [...] le rendement moyen des cultures [...] a augmenté de 116 % dans tous les projets africains [...]. Les informations fournies dans cette étude soutiennent l'hypothèse qui postule que l'agriculture biologique peut être plus bénéfique pour la sécurité alimentaire en Afrique que la plupart des systèmes de production traditionnels et qu'elle est susceptible d'être plus viable sur le long terme ».

Supachai PANITCHPAKDI, Secrétaire général de la CNUCED, et Achim STEINER, Directeur exécutif du PNUE, ont déclaré en 2008: « Toutes les études de cas relatives à la production alimentaire [...] ont démontré une augmentation de la productivité des cultures par hectare, ce qui remet en question le mythe populaire selon lequel l'agriculture biologique n'est pas à même d'augmenter la productivité agricole » (PNUE-CNUCED, 2008).

Or, c'est bien dans les pays les plus pauvres, en Asie, en Amérique Latine et en Afrique, que la croissance démographique sera la plus forte.

La notion de « balance bénéfices-risques » apparaît à certains comme le refuge de l'arbitraire, et les craintes exprimées sont souvent opposées : certains lobbies craignent que soient imposées au nom d'intérêts économiques (du « progrès ») des innovations insuffisamment évaluées.

A l'inverse, l'industrie y voit la menace d'interdire des produits présentant un « risque minime au prétexte d'inutilité », alors que ce jugement d'utilité doit selon eux être laissé aux lois du marché¹⁷.

En conclusion sur ce point, deux remarques peuvent être faites :

1. Les progrès de la science aboutiront à mettre en évidence des effets de plus en plus subtils et à révéler des actions souvent très indirectes : dès lors, la notion de « risque nul », si elle a un jour existé, s'appliquera à un domaine de plus en plus restreint.
2. Notre incapacité à évaluer correctement l'ensemble des risques liés aux produits chimiques montre l'intérêt d'organiser aussi, et systématiquement, une évaluation « a posteriori », même en présence d'un système éprouvé d'évaluation « a priori »¹⁸.

Conclusions

De l'évaluation du risque à celle du risque perçu

« La crainte du danger est mille fois plus terrifiante que le danger présent ».
Daniel Defoe (1659-1731).

Dans le modèle « standard » d'évaluation que nous connaissons, on ne considère que les dangers avérés, ceux dont les liens de causalité avec des effets négatifs sont scientifiquement démontrés. De ce fait, l'évaluation des risques n'est réalisée que par des experts scientifiques et la discussion ne porte que sur des liens scientifiquement établis, sur les probabilités d'occurrence et d'exposition. Les experts évaluent le risque « réel », alors que la perception du risque par la société est inévitablement entachée de subjectivité. L'objectif de la communication sur le risque sera donc de réduire cette distorsion, en amenant le citoyen à percevoir le risque réel.

En accord avec CHEVASSUS, on peut qualifier ce modèle standard de :

- *Positiviste*, car il est entièrement et strictement fondé sur les acquis indiscutables de la science.
- *Quantitatif*, car il propose une évaluation du risque en terme de grandeurs chiffrées.

Mais aussi de :

- *Réductionniste*, car, d'une part il limite son champ au risque technique, en l'absence de dysfonctionnements humains et, d'autre part il considère les risques comme strictement additifs et néglige les effets d'interactions.
- *Technocratique*, car il est basé essentiellement sur des experts techniques et ne fait intervenir les citoyens que comme des « récepteurs » d'informations.

L'évaluation du « risque perçu » est certes, à nos yeux de scientifiques, moins cruciale que l'évaluation du « risque scientifiquement avéré/mesuré », celle qui est fondée sur les données disponibles et qui sera exprimée en prenant en compte toutes les incertitudes que comporte la démarche adoptée.

¹⁷ B. CHEVASSUS-AU-LOUIS (AFSSA). L'analyse du risque alimentaire : Quels principes, quels modèles, quelles organisations pour demain ? Article présenté initialement à la Conférence de l'OCDE sur la sécurité sanitaire des aliments issus d'organismes génétiquement modifiés (OGM), Edimbourg (Royaume Uni), 28 février – 1er mars 2000.

¹⁸ Cette option est celle qui prévaut depuis l'origine dans le cas des médicaments. En effet, une molécule biologiquement active a de manière quasi-systématique des effets multiples, dont certains indésirables, et seul l'examen de ses avantages thérapeutiques, comparé à ses contre-indications possibles, peut donc justifier sa mise sur le marché. Cette mise sur le marché peut d'ailleurs être stoppée lorsque la pharmacovigilance révèle de nouveaux effets indésirables.

Elle constitue néanmoins un élément de plus en plus important dans la prise de décision, voire même déterminant, car l'acceptabilité sociale d'un risque et l'adhésion du public au système de régulation chargé de le gérer en dépendent largement.

Connaître le « risque perçu », mais aussi essayer de comprendre comment se construit la perception d'un risque, et identifier les facteurs qui vont influencer ce ressenti, individuellement et collectivement, est un chantier que les pouvoirs publics ne peuvent plus ignorer.

On peut en effet légitimement regretter que la perception d'un risque par les citoyens repose trop souvent sur des mécanismes plus émotionnels que rationnels. Mais il faudrait aussi que les différentes parties prenantes parviennent à analyser objectivement le « risque perçu », ce qui n'est pas le cas. Il est notamment essentiel d'établir une meilleure communication entre les citoyens et leurs institutions, gage d'une meilleure compréhension mutuelle ; il est impératif de faire preuve de pédagogie ; il est essentiel d'améliorer la communication de la part de l'industrie ; et il est impératif également de rendre le dispositif actuel d'évaluation et de gestion des risques plus transparent et plus accessible pour le grand public.

Du principe de précaution au principe responsabilité

« Plaider l'ignorance n'enlèvera jamais notre responsabilité ». John Ruskin (1819-1900).

Par l'énorme pouvoir qu'il a acquis par la technologie moderne, l'homme a désormais les capacités de s'autodétruire en peu de temps. Dans la pratique, cela signifie que devrait être interdite toute technologie qui comporte le risque de porter atteinte à l'humanité. Le philosophe Hans JONAS désigne cet impératif par la formule *in dubio pro malo*. Cela revient à dire que s'il y a plusieurs conséquences possibles dans l'emploi d'une technologie, il faut décider du choix en fonction de l'hypothèse la plus pessimiste.

Hans JONAS nous rappelle que quand les actions de l'homme peuvent se révéler irréversibles, en face c'est souvent le « vide éthique », car les morales traditionnelles sont trop courtes et sont particulièrement inopérantes pour les décideurs politiques.

Le « principe responsabilité » dont il parle, n'est pas le « principe de responsabilité ». Nuance ! Selon DUPUY, Hans JONAS invite l'humanité à se saisir de la responsabilité comme paradigme. Car l'irresponsabilité tue. Au nombre des compromis mortels, il y a le slogan : « *C'est le progrès !* » qui fait s'incliner devant toute nouveauté quel qu'en soit le contenu.

Hans JONAS a souvent été accusé d'être hostile à la technique et à son progrès, mais il a cependant lui-même réfuté ce reproche. En réalité, le philosophe y a vu la nécessité de faire progresser la recherche et la science, d'interroger les modèles utilisés, afin de pouvoir trouver des remèdes aux dégâts déjà causés par la technique.

Ce n'est pas le « manque de savoir » - ce que l'on sait ou ne sait pas au sujet du « risque » en question - qui est aujourd'hui la situation inédite, ... mais l'énormité des enjeux et surtout notre propre incapacité à pouvoir, avec les méthodes et les moyens dont nous disposons à ce jour, valablement mesurer, appréhender et imaginer les conséquences et les implications de certains de nos choix technologiques, tel que par exemple le recours systématique aux pesticides.

Lorsque le « risque » se réalise en catastrophe, il a alors toutes les apparences d'une « fatalité ». Or, un risque, cela se « prend ». Les catastrophes, elles, nous tombent sur la tête comme si elles venaient du ciel ... et pourtant, nous en sommes seuls responsables.

Pour conclure, convenons que le « principe de précaution » n'est pas la suppression du risque - ce qui, comme le dit Jean-Pierre DUPUY¹⁹, est non seulement impossible mais imbécile - mais le « principe responsabilité », c'est le renoncement à ce qui génère des risques inutiles et à ce qui conduit à des conséquences irréversibles.

Le « choix du risque » redevient alors enfin politique.

Dans un pays démocratique, l'objectif de l'analyse des risques est de permettre aux citoyens de vivre dans une société où, d'une part, les risques qui les préoccupent sont perçus, reconnus et effectivement réduits par les décideurs à un niveau socialement accepté et, d'autre part, les risques qu'ils ne perçoivent pas font l'objet d'une vigilance efficace permettant de les détecter et d'alerter les citoyens suffisamment tôt.

« Je crois que nous sommes d'accord, le passé est révolu ».
(G.W. BUSH au Dallas Morning News, Mai 10, 2000)

Bruno SCHIFFERS.
Août 2012.

¹⁹ J.P. DUPUY (2002). Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain. Ed. Seuil.